



PROSIDING SEMINAR NASIONAL SAINS & TEKNOLOGI - II

UNIVERSITAS LAMPUNG, 17 - 18 NOVEMBER 2008

**TEMA :
PERAN STRATEGIS SAINS DAN TEKNOLOGI
PASCA 100 TAHUN KEBANGKITAN NASIONAL**



**Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi
Lembaga Penelitian Universitas Lampung
Pemerintah Provinsi Lampung**

ISBN 978-979-1165-74-7



PROSIDING

Seminar Nasional Sains dan Teknologi

17- 18 November 2008

Penyunting :

Dr. John Hendri, M.Si

Dr. Eng. Admi Syarif

Dr. Irwan Ginting Suka, M.Sc

Wasinton Simanjuntak, Ph.D

Dr. Suropto Dwi Yuwono, M.T

Drs. Simon Sembiring, Ph.D

Ir. Wahyu Eko Sulistiyo, M.Sc

Drs. Bambang Irawan, M. Sc

Dr. Bartoven Vivit Nurdin

Dr. Ahmad Zakaria

Dr. Sutopo Hadi

Dr. Tugiyono

Penyunting Pelaksana:

Yasir Wijaya, S.Si

Anwar, A.Md

Ardiansyah

Prosiding Seminar Hasil-Hasil
Seminar Sains dan Teknologi :
November 2008 / penyunting,
John Hendri ... [et al.].—Bandar
Lampung : Lembaga Penelitian
Universitas Lampung, 2008.
xii +3029 hlm. ; 21 x 29,7 cm
ISBN 978-979-1165-74-7

Diterbitkan oleh :

LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS LAMPUNG

Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro no. 1 Gedungmeneng

Bandarlampung 35145

Telp. (0721) 705173, 701609 ext. 136, 138,

Fax. 773798,

e-mail : lemlit@unila.ac.id



KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan Rahmat dan Nikmat-Nya kepada civitas akademika Universitas Lampung yang telah dapat menyelenggarakan Seminar Nasional Sains dan Teknologi- II 2008 bertema “Peran Strategis Sains dan Teknologi Pasca 100 Tahun Kebangkitan Nasional”.

Pertama-tama saya ingin mengucapkan terima kasih kepada bapak Rektor Universitas Lampung, Ketua LP Unila, *keynote speakers* (pemakalah utama), pembicara dan peserta seminar Sains dan Teknologi-II 2008 ini.

Atas nama panitia pelaksana seminar, kami sangat berbahagia dan berterima kasih atas sambutan yang sangat baik untuk pelaksanaan seminar ini. Seminar ini diikuti oleh berbagai kelompok diantaranya peneliti, dosen, kalangan industri dan pendidik. Pada seminar ini kami juga mengundang 2 pemakalah utama yang merupakan Deputy Bidang Riset dan Teknologi Kementerian Negara Riset dan Teknologi serta Perwakilan Deputy Sumber Daya Energi KDPT. Kami menerima 445 abstrak dari hampir seluruh wilayah Indonesia (Banda Aceh- Irian Jaya) dimana 296 makalah telah dipresentasikan dan diterbitkan dalam prosiding.

Kepada peserta dari luar Lampung kami berharap seminar ini akan membawa kenangan manis tentang Lampung “Sang Bumi Ruwa Jurai” dan Universitas Lampung dengan “Kampus Hijau”-nya. Kami juga mohon maaf apabila ada hal-hal yang kurang berkenan selama pelaksanaan seminar dan dalam proses pembuatan prosiding ini.

Akhir kata mari kita bersama meningkatkan daya saing bangsa melalui karya nyata dalam bidang sains dan teknologi.

Bandarlampung, Desember 2008
Ketua Panitia,

Dr. Eng. Admi Syarif



DAFTAR ISI MAKALAH

BIDANG I : MATEMATIKA, STATISTIKA DAN RISET OPERASI

BIDANG II : TEKNOLOGI DAN SISTEM INFORMASI

BIDANG III : KIMIA DAN BIOTEKNOLOGI

BIDANG IV : KESEHATAN MASYARAKAT DAN LINGKUNGAN

BIDANG V : INSTRUMENTASI, MATERIAL DAN GEOFISIKA

BIDANG VI : ENERGI TERBARUKAN

BIDANG VII : AGROINDUSTRI DAN KETAHANAN PANGAN

BIDANG VIII : TEKNIK PENGOLAHAN HASIL PERTANIAN

BIDANG IX : TEKNOLOGI INDUSTRI

BIDANG X : ELEKTRONIKA DAN ROBOTIKA

BIDANG XI : RANCANG BANGUN DAN REKAYASA INFRASTRUKTUR

DAFTAR PEMAKALAH BERDASARKAN KELOMPOK BIDANG

| Reg | Nama Pemakalah | Bidang |
|-----|---|--------|
| 68 | A. Abdurrochman, S. Perdana dan S. Andhika | 5 |
| 386 | A. Marthin Kalay | 8 |
| 40 | A. Tossin Alamsyah, E. Shintadewi Julian, Djoko Hartanto | 10 |
| 262 | A.Zulfia, A.A. Rizkiyani dan D.Ekawati | 9 |
| 143 | Ade Chandra Iwansyah, Ainia Herminiati, Fitri Setiyoningrum | 8 |
| 418 | Ade Yonata | 4 |
| 372 | Admi Syarif dan Ardiansyah | 2 |
| 408 | Agus R Utomo , M Solikhudin dan Hendri Saputra | 6 |
| 187 | Agus R. Utomo, Linda Pasaribu, Wike Handini | 5 |
| 140 | Agus R. Utomo, Moh. Tresna Wikarsa, Lukman Aditya | 10 |
| 87 | Agus Setyo Muntohar, Anita Widiati, Ikrar **, Edi Hartono, dan Willis Diana | 11 |
| 88 | Agus Setyo Muntohar, Ario Muhammad **, Damanhuri **, dan Setia Dinor ** | 11 |
| 401 | Agus Suyatna | 1 |
| 96 | Agustinus Noertjahyana, Erwin Devin, Ibnu Gunawan | 2 |
| 99 | Agustinus Noertjahyana, Iksan Sutanto, Ibnu Gunawan | 2 |
| 24 | Ahmad Syuhada | 8 |
| 400 | Ahmad Zakaria | 11 |
| 167 | Ainin Niswati, Sutopo Ghani Nugroho dan Dermiyati | 7 |
| 122 | Akari Edy dan Hidayat Pujiswanto | 7 |
| 204 | Akhmad Muktaf Haifani | 5 |
| 440 | Akmal Junaidi, Admi Syarif, Tristiyanto, Rico Andrian | 1 |
| 331 | Alba Pidiro dan Pramudiyanti | 3 |
| 330 | Alfian Futuhul Hadi, I Made Sumertajaya, I Made Tirta, Suharsono | 1 |
| 142 | Alvi Yani | 7 |
| 180 | Amien Rahardjo, Adek Purnama, Saleh Siswanto | 3 |
| 274 | Amien Rahardjo, Herlina, Husni Safruddin | 6 |
| 382 | Amrizal Nazar | 7 |
| 422 | Andi Setiawan dan Peni Ahmadi | 3 |
| 339 | Andius Dasa Putra | 11 |
| 425 | Anshori Djausal, Bayzoni, Nur Arifaini | 11 |
| 309 | Ari Rahayuningtyas[1] dan Nok Afifah | 8 |
| 271 | Arie Widyantoro, Panca Nugrahaini Febriningrum dan Ruhendi Tirta | 3 |
| 364 | Arief Sudarmaji | 3 |
| 270 | Arief Suryadi S dan Teguh Praludi | 10 |
| 362 | Arinal Hamni*, Tomi Z | 9 |



| | | |
|-----|---|----|
| 413 | Arizka Warganegara | 2 |
| 137 | Asep Ridwan ¹⁾ , Ratna Ekawati ²⁾ , | 9 |
| 22 | Asnal Effendi | 10 |
| 360 | Asnal Effendi1Arpandi Arif2, | 10 |
| 431 | Aspita Laila dan John Hendri | 3 |
| 108 | Attiya Yuliana dan Wamiliana | 1 |
| 101 | Audyati Gany | 10 |
| 94 | Azlina Heryati Bakrie | 7 |
| 296 | B. M. Wibawa, I M. Joni, F. Faizal, V. Hutabalian, K. Heru dan C. Panatarani | 5 |
| 34 | Bachtiar Anwar | 2 |
| 300 | Bagus | 5 |
| 11 | Bambang E. Yuwono | 11 |
| 6 | Bambang Syairudin; Iman Sudirman; T.M.A. Ari Samadhi; Kadarsah Suryadi | 9 |
| 7 | Bambang Syairudin; Iman Sudirman; T.M.A. Ari Samadhi; Kadarsah Suryadi | 9 |
| 428 | Beni Hidayat | 7 |
| 126 | Bertho Tantular | 1 |
| 370 | Budi Santosa | 1 |
| 259 | Budi Setiawan | 4 |
| 277 | Budiyanto dan Zulman Effendi, Betty Oktaviany | 3 |
| 278 | Budiyanto, Devi Silsia, Zulman Efendi | 8 |
| 295 | C. Panatarani*, I M. Joni, B. M. Wibawa, A. I. Noorwanda A. M. Pradhono dan K. Heru | 5 |
| 416 | Christina Eni Pujiastuti, Doddy Prayitno | 11 |
| 175 | Clara Ardilla Catalia dan Tomy Perdana | 7 |
| 184 | Dadin Mahmudin dan Iip Syarif H | 2 |
| 256 | Daniel Setiadikarunia dan Yohanes Danandy | 5 |
| 156 | Darlen Sikumbang*, Hendri Busman**, | 3 |
| 80 | Darwin Pangaribuan | 7 |
| 269 | Deni S. Khaerudini, K.A. Zaini Thosin, and Muljadi | 7 |
| 114 | Deny Setiawan, Sutardi, Nur Ikhwan | 10 |
| 438 | Desi Aryani, G. Nugroho Susanto, Sumardi, Iswadi | 3 |
| 323 | Dewi Rumbaina Mustikawati dan Ratna Wylis Arief | 7 |
| 423 | Dian Bhagawati,, Muh. Nadjmi Abulias dan Agus Hery Susanto | 3 |
| 336 | Dian Febriani, Rietje J.M Bokau | 7 |
| 388 | Dian Handayani, Noviandi Sayuti, and Dachriyanus | 3 |
| 44 | Diyurman Gea, Johan Setiawan | 2 |
| 66 | Djati Handoko ¹ , Arief S, Hervina M Fitria | 10 |
| 67 | Djati Handoko ¹ , Arief S, Hervina M Fitria | 10 |
| 82 | Djelita Rickum , Kordiyana K. Rangga dan Aprina | 4 |
| 132 | Doddy A. Darmajana | 8 |
| 151 | Doddy A. Darmajana, Wawan Agustina dan Wartika | 8 |



| | | |
|-----|--|----|
| 33 | Dody Prayitno | 5 |
| 48 | Dorrah Azis, Suharsono S, Tiryono R | 1 |
| 178 | Dyah Koesoemawardani ¹⁾ Fibra Nurainy ¹⁾ | 8 |
| 83 | Dyah Respati Suryo Sumunar | 4 |
| 275 | Dyah Suskandari | 1 |
| 427 | Eddy Ibrahim | 5 |
| 426 | Eddy Ibrahim dan R.R Harminuke | 5 |
| 306 | Effendy | 3 |
| 305 | Effendy, Fitrie N. | 3 |
| 315 | Eko Handoyo, Agung Budi Prasetyo, Toni Haryanto | 10 |
| 61 | Eko Susanto | 2 |
| 435 | Elida Purba | 3 |
| 120 | Endah Setyaningrum, Sri Murwani, F.X.Susilo | 3 |
| 138 | Endriani dan Zurhalena [*] | 5 |
| 367 | Erdawati | 3 |
| 171 | Estri Laras Arumingtyas | 3 |
| 411 | Eti Ernawati, Sri Wahyuningsig, Yulianty | 3 |
| 164 | Fajar Nurjaman, Sohip | 8 |
| 424 | Febrianto | 3 |
| 242 | Felix Kasim,M.Kes dan Thomas Anggara | 4 |
| 273 | Fibra Nurainy dan Otik Nawansih | 9 |
| 141 | Fitri Setiyoningrum, Ade Chandra Iwansyah, Ainia Herminiati | 7 |
| 110 | Fitria*, Indah Fitriana S* | 2 |
| 303 | Frilla Renty T.S ¹ , Erfan Handoko ¹ , Bambang Soegijono ² , Umiatin ¹ , Linah ¹ Rizky Agustriany ¹ | 5 |
| 196 | G. Nugroho Susanto | 3 |
| 38 | Gaguk Margono ¹ dan Ratu Amilia Avianti ² | 1 |
| 417 | Gatot Eko Susilo dan Vera Agustriana Noorhidana | 11 |
| 186 | Gloria Doloressa*, Farida Tusafariah**, Anri Amaldi Ridwan*** | 4 |
| 432 | Hairul Abral ^a , Amri Bachtiar ^b , Dedi Prima Putra ^b , Hendery Dahlan ^a dan Mastariyanto ^a | 11 |
| 253 | Hartono ¹⁾ , M.Sadikin ¹⁾ , Yusraini M ²⁾ | 5 |
| 325 | Helen Burhan, Sri Mardiyati | 1 |
| 63 | Hendri Busman | 3 |
| 46 | Henry Nasution | 10 |
| 57 | Henry Nasution ^{a, b} , Md Nor Musa ^b , Hayati Abdullah | 10 |
| 161 | Heri Junedi | 7 |
| 81 | Hidayat Pujisiswanto dan Darwin Pangaribuan | 7 |
| 16 | I Gede Nyoman Mindra Jaya ² I Made Sumertajaya | 1 |
| 155 | I Gede Tunas ^[1] , Arody Tanga ^[2] dan Surya B. Lesmana ^[3] | 11 |
| 185 | I Made Ardita, Agung Sulisty, Catur Wahyu Prasetyo | 5 |
| 201 | I Made Ardita, M. Luniara Siregar, Donny Nurmayadi | 6 |



| | | |
|-----|--|----|
| 64 | Icha Agustina | 3 |
| 150 | Ign. Luddy Indra Purnama*, Yosephine Suharyanti** dan Suyoto*** | 2 |
| 369 | Ilim dan Beni Hermawan | 3 |
| 98 | Indrajani | 2 |
| 90 | Ir. Sri Danaryani | 10 |
| 78 | Irnanda Priyadi | 6 |
| 79 | Irnanda Priyadi | 6 |
| 316 | Irwan Ginting Suka, Wasinton Simanjuntak dan Sony Widiarto | 3 |
| 318 | Isdy Sulisty*, Setijanto* & Siti Rukayah# | 7 |
| 192 | Ismujianto dan Isdawimah | 10 |
| 409 | Iyon Titok Sugiarto dan Bambang Widiyatmoko | 5 |
| 149 | Jabang Nurdin ¹⁾ , Jatna Supriatna., Mufti P.Patria ²⁾ , Arie Budiman ³⁾ . | 3 |
| 294 | Jhons Fatriyadi Suwandi ¹ , Mahardika Agus Wijayanti ² , Mustofa ³ | 4 |
| 379 | John Hendri, Irwan Ginting Suka dan Aspita Laila | 3 |
| 35 | John Maspupu | 1 |
| 74 | John Maspupu | 1 |
| 117 | Joko Triloka | 11 |
| 291 | Junita Barus | 7 |
| 335 | Kamisah D Pandiangan ¹ , Irwan Ginting Suka ¹ , Mita Rilyanti ¹ , Sony Widiarto ¹ , Dian Anggraini ¹ , Syukri Arief ² , Novesar Jamarun ² | 3 |
| 62 | Kasam, Luqman Hakim, Evelin Malida | 4 |
| 265 | Khairul Amri | 11 |
| 221 | La Ode Muhammad Musafar K | 10 |
| 439 | La Zakaria dan Agus Sutrisno | 1 |
| 115 | Lasam Soeroso ¹ ; Poniah Andayaningsih ² ; N. Haska ³ ; Ratu Safitri ⁴ : Bambang Marwoto ⁵ | 3 |
| 198 | Leo Willyanto Santoso, Johan Saputra, Rolly Intan | 2 |
| 284 | Linah ¹ , Erfan Handoko ¹ , Bambang Soegijono ² , Widyaningrum ¹ , Frilla Renty T.S1, Eny Risnawaty1 | 3 |
| 147 | Lukas B. Sihombing, Budi S. Supandji, Ismeth S. Abidin, Yusuf Latief | 11 |
| 313 | M. Affendi, Sugiyatno, Imam Djunaedi, Haifa Wahyu | 6 |
| 314 | M. Affendi, Sugiyatno, Imam Djunaedi, Haifa Wahyu | 6 |
| 344 | M. Batubara ¹ , M. Sjarifudin ¹ , A. Kurniawan ¹ , P. Sitompul ¹ , M. A. Aris ¹ , H. Bangkit ¹ , J. R. Roettger ² | 10 |
| 340 | M. Diza Noviandi | 9 |
| 53 | M. Fanshurullah Asa ¹ , Ismeth S. Abidin ² | 9 |
| | M. Kartawidjaja, A. Abdurrochman* dan E. Rumeksa | 5 |
| 342 | M. Sjarifudin ¹ , A. Kurniawan ¹ , P. Sitompul ¹ , M. A. Aris ¹ , H. Bangkit ¹ , M. Batubara ¹ J. R. Roettger ² | 10 |
| 384 | M.Syaiful | 8 |
| 385 | M.Syaiful | 8 |
| 415 | Maimun Barmawi* dan Sulastri Ramli* | 9 |



| | | |
|-----|--|----|
| 42 | Maman Abdurohman ¹⁾ , Kuspriyanto ²⁾ Sarwono Sutikno ³⁾ Arif Sasongko ⁴⁾ | 2 |
| 260 | Maria Ulfah, Shanti Kirana Anggraeni | 3 |
| 261 | Maria Ulfah, Hadi Setiawan | 2 |
| 405 | Maria Erna Kustyawati ^[1] dan Sulastri Ramli ^[2] | 8 |
| 3 | Marina Silalahi*, Juliana Lumbangaol dan Irni | 3 |
| 157 | Martha Lulus Lande ¹⁾ , Suratman Umar ¹⁾ , Bambang Irawan ¹⁾ , Joko Guswanto | 3 |
| 41 | Martina Restuati | 3 |
| 368 | Mita Rilyanti , Zipora Sembiring, R.A. Tri Handayani, EM Subki | 3 |
| 89 | Moekhamad Alfiyan | 4 |
| 235 | Moh. Rangga Sururi ¹ , Matina Solihah ² | 3 |
| 246 | Mohammad Taufik | 11 |
| 247 | Mohammad Taufik | 11 |
| 326 | Montesqrit | 8 |
| 327 | Montesqrit | 8 |
| 194 | Muchiar | 5 |
| 195 | Muchiar | 5 |
| 106 | Muh Sarkowi | 5 |
| 104 | Muh. Nadjmi Abulias dan Dian Bhagawati | 3 |
| 249 | Muhamad Komarudin | 10 |
| 2 | Muhammad Hamzah, S, Santoso., D., Parnadi., W.,W., Sulistijo., B. | 5 |
| 119 | Muhammad Idrus*, Suprpto*, dan Erie Maulana Sy | 11 |
| 197 | Muhammad Yunus ¹ , Santoso ¹ dan Hisan ² | 3 |
| 304 | Muhammad Yusran | 4 |
| 15 | Mukh Syaifudin, Siti Nurhayati dan Devita Tetriana | 4 |
| 239 | Muljadi, K.A. Zaini Thosin, Perdamean Sebayang | 5 |
| 73 | Mulyana | 1 |
| 25 | Mulyanef dan Gusliyadi | 6 |
| 355 | Munti Sarida | 7 |
| 168 | Nadia Anastasia dan Eddy Afrianto | 7 |
| 121 | Nandi Haerudin, Syamsurijal Rasimeng dan Eva Yuliana | 5 |
| 70 | Nelson Saksono*, Setijo Bismo*, Roekmijati Widaningroem Soemantojo*, dan Tri Sutanti Budikania ^y | 3 |
| 129 | Neti Yuliana ¹⁾ , Fibra Nurainy ¹⁾ Yuyuk Kasmawati ²⁾ | 8 |
| 218 | Nok Afifah ^[1] dan Mirwan A.K ^[2] | 3 |
| 287 | Novie Theresia Br. Pasaribu, Daniel Setiadikarunia, Agus Gustriana | 10 |
| 359 | Novrinaldi, Umi Hanifah | 8 |
| 414 | NUNING NURCAHYANI ^{*)} , M. KANEDI ^{*)} , AKHMAD MAHENDRA ^{*)} | 3 |
| 289 | Nunung Harijati dan P. J. Keane | 3 |
| 193 | Nurarifaini, Kartini Susilowati, Dyah Indriana K, Amril Ma'ruf Siregar | 11 |
| 374 | Nurhasanah dan Dian Herasari | 3 |
| 244 | Nurul Iman Supardi dan Zuliantoni | 10 |



| | | |
|-----|--|----|
| 173 | Nyimas Sa'diyah | 7 |
| 209 | Olga Pattipawaej | 11 |
| 301 | Ordas Dewanto | 5 |
| 272 | Otik Nawansih, Tirza Hanum dan Fibra Nurainy | 9 |
| 128 | Oviliani Yenty Yuliana | 2 |
| 236 | P. Sebayang, K.A. Zaini Thosin, Anggito. P. Tetuko | 5 |
| 183 | Panca Nugrahini, T.M.Rizki Habibi dan Anita Dwi Safitri | 3 |
| 190 | Prabowo Puranto dan Bambang Widiyatmoko | 5 |
| 166 | Purnomo, AM. Hariri, Sudiono, dan A. Ferdhinand | 7 |
| 302 | Putiri Bhuana Katili ¹ , Hadi Setiawan ² , Sigit P.Hadi ³ | 9 |
| 268 | Putu F. Kurniawan | 3 |
| 148 | R. Indra Wijaya ¹⁾ , Dadan Muliawandana ²⁾ | 3 |
| 45 | R. Ismu Tribowo | 9 |
| 139 | Ratna Ekawati ¹⁾ , Shanti K Anggraeni ²⁾ , Hadi Setiawan ³⁾ | 9 |
| 37 | Ratu Amilia Avianti ¹ dan Gaguk Margono ² | 1 |
| 337 | RIETJE J. M. BOKAU dan DIAN FEBRIANI | 7 |
| 263 | Riko Arlando Saragih dan Ery Syahriza | 1 |
| 91 | Rima Kumalasari dan Astrina Yulianti | 8 |
| 224 | Rima Kumalasari dan Rohmah Luthfiyanti | 7 |
| 347 | Rinawati | 3 |
| 419 | Rochmah, AgustrinaRonyus | 3 |
| 421 | Rofandi Hartanto ¹⁾ dan Citra Sianturi ²⁾ | 9 |
| 200 | Rohmah Luthfiyanti, Rima Kumalasari, Doddy A. Darmanjana | 7 |
| 86 | Rudy Situmeang | 3 |
| 407 | Rugayah*, Widho Hanolo*, dan Yohanes C. Ginting* | 7 |
| 51 | Rustina, Suryadi MT, Yudi Satria, dan Alfin Kamali | 1 |
| 245 | S. Imam Wahyudi dan Fauzi Fachrudin | 11 |
| 163 | Saorce Elsy Hatane ** Antonio Sugianto *** Oviliani Yenty Yuliana | 2 |
| 365 | Sarmoko Saroso | 10 |
| 280 | Sarono | 7 |
| 281 | Sarono* dan Yatim R. Widodo | 7 |
| 213 | Sarto, Dedik Rahmat Irmawan, dan Fandi Shidik | 3 |
| 410 | Sepannur Bandri | 10 |
| 112 | Septilia Arfida | 2 |
| 441 | Setijanto dan Isdy Sulisty | 7 |
| 377 | Simon Sembiring | 5 |
| 429 | Sixteen Anitasari ¹ , M. Zen Kadir ² , Sugeng Triyono ² , Ahmad Tusi ² | 7 |
| 307 | Sri Hardiati, Yusuf Nur Wijayanto | 10 |
| 43 | Sri Hidayati*, Illim** dan Pudji Permadi*** | 3 |
| 36 | Sri Maya Utari , Herti Utami, Yuli Darni | 3 |
| 103 | Sri Ramadiana*), Agus Puspita Sari**), Yusnita *)dan Dwi Hapsoro*) | 7 |
| 65 | Sri Ratna Sulistiyanti, dan FX Arinto Setyawan | 10 |
| 59 | Sri Setyani dan Medikasari | 8 |



| | | |
|-----|---|----|
| 373 | Sudarmi | 4 |
| 116 | Sudarto*, Sulistiyoningsih*, Khoirul Huda | 4 |
| 107 | Sudarto, Dyah Kallista, Dedi Hermawan | 4 |
| 95 | Suhandojo | 1 |
| 9 | Suharjito | 2 |
| 10 | Suharjito | 2 |
| 47 | Suharsono S, Dorrah Azis, Tiryono R | 1 |
| 216 | Suhartati Agoes | 9 |
| 29 | Sukono ¹ , Subanar ² & Dedi Rosadi | 1 |
| 28 | Sukono ¹ , Subanar ² & Dedi Rosadi ³ | 1 |
| 345 | Sulistyo Heri Pracoyo | 2 |
| 346 | Sulistyo Heripracoyo | 2 |
| 443 | Sumadi, Yudi Prasetiawan, Yuliarto Raharjo | 10 |
| 389 | Sumardi*1, Ahmad Nugraha1, Iswadi2, dan Ziska Herman Tobing1 | 3 |
| 442 | Sumarna ¹ , A. Susanto. | 8 |
| 39 | Sunarhadijoso Soenarjo, Kadarisman Wisnukaton, Sriyono | 3 |
| 123 | Suprihatin | 5 |
| 308 | Suriani Br Surbakti | 3 |
| 60 | Susilawati ¹ dan Medikasari ¹ | 8 |
| 55 | Syamsu Rosid dan Budi Setiawan | 5 |
| 54 | Syamsu Rosid dan Johan Muhammad | 5 |
| 341 | Syamsurijal Rasimeng*, Andius Dasaputra**, Alimuddin* | 11 |
| 179 | Tamrin dan Lukman Prayitno | 8 |
| 136 | Tanto Pratondo Utomo | 7 |
| 217 | Tas'an Junaedi | 11 |
| 290 | Tedy Murtejo ST,MT | 11 |
| 77 | The Jaya Suteja | 9 |
| 334 | Tintin Kurtini, Muhtarudin, Dian Septinova | 8 |
| 176 | Tiryono | 1 |
| 363 | Tomi Z ¹⁾ , Rawan Utara ¹⁾ , Kamil Hakiki ¹⁾ | 9 |
| 174 | Tomy Perdana ¹⁾ , E. Gumbira-Sa'id ²⁾ , Syamsul Ma'arif ³⁾ , dan Muhammad Tasrif ³⁾ | 9 |
| 361 | Toto Sugiharto S ¹ ., E. Susy Suhendra, and Budi Hermana | 2 |
| 353 | Tri Pudjadi, Eko Novianto | 2 |
| 354 | Tri Pudjadi, Harto Tom Junior | 2 |
| 420 | Tristiyanto, S. Kom | 2 |
| 105 | Tugiyono | 3 |
| 430 | Tugiyono, G. Nugroho S., Nuning Nurcahyani, Andri Jaya Kesuma . | 4 |
| 177 | Wahyudi Budi Pramono | 9 |
| 182 | Wahyudi Budi Pramono | 9 |
| 109 | Wamiliana, Admi Syarif, and Didik Kurniawan | 1 |
| 376 | Wasinton Simanjuntak, Irwan Ginting, Kamisah D. Pandiangan | 3 |
| 170 | Widodo Hariyono | 9 |



| | | |
|-----|---|----|
| 412 | Widyastuti, Anne Z, Dedi P, Eddy. S. Siradj, Sulistijono | 5 |
| 4 | Wikaria Gazali ¹ dan Willy Raharja ² | 1 |
| 153 | Winastwan Gora Swajati, ST, MT Moch. Taufik, ST, MIT | 2 |
| 154 | Y. Sri Susilo, dan Amiluhur Soeroso | 7 |
| 17 | Yanti Lusiyantri, Masnelly Lubis, Sofiaty Purnami, Suryadi dan Vyria Agesti. S | 3 |
| 406 | Yohanes C. Ginting dan Rugayah | 7 |
| 124 | Yudi Arminto | 11 |
| 276 | Yudi Yuliyus M, Yuyu Wahyu, Folin Oktafiani | 2 |
| 5 | Yuli Darni, Chici A, Sri Ismiyati D | 3 |
| 233 | Yulianti Pratama | 4 |
| 232 | Yulianti Pratama ¹ , Achmad Zanbar Soleh ¹ | 4 |
| 188 | Yuliusman dan Muhammad Resya Hidayatullah | 3 |
| 404 | Yusri Heni N.A | 11 |
| 18 | Zaenudin, A. Tamba, R.J, Sule, M.R. | 5 |
| 343 | Zipora Sembiring, Suharso, Regina., Faradila Marta, Murniyarti | 3 |
| 267 | Zulfaidah Penata Gama, Amin Setyo Leksono | 7 |
| 131 | Zuliantoni dan Nurul Iman Supardi | 10 |
| 23 | Zulkarnaini, AL | 10 |
| 210 | Zuriman Anthony *) Refdinal Nazir**) Novi Gusnita, Dahli Marzuki, Oky Saputra, Aditya Gunarsa, Eko Pranachandra, Sanawiyah *) | 10 |



BIDANG IX

KELOMPOK: TEKNOLOGI INDUSTRI

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----------|
| 1. RANCANGAN SISTEM PROSES PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN VALUE STREAM ANALYSIS TOOLS (VALSAT) Asep Ridwan dan Ratna Ekawati | 1 |
| 2. MODEL SISTEM PRODUKSI HIBRIDA DALAM RANTAI PASOKAN INDUSTRI TEH Tomy Perdana, E. Gumbira-Sa'id, M. Syamsul Ma'arif, dan Muhammad Tasrif..... | 7 |
| 3. KANDUNGAN HARMONIK YANG DIBANGKITKAN DALAM ARUS INRUSH TRANSFORMER DAYA Wahyudi Budi Pramono..... | 19 |
| 4. PENENTUAN WAKTU ENERGIZING TRANSFORMATOR DAYA UNTUK MEMPERKECIL ARUS INRUSH Wahyudi Budi Pramono..... | 28 |
| 5. PEMROSESAN SINYAL GENOM Suhartati Agoes | 35 |
| 6. PENGARUH KADAR GRAFIT TERHADAP KARAKTERISTIK KOMPOSIT ALUMINIUM GRAFIT DENGAN WETTING AGENT TEMBAGA A.Zulfia, A.A. Rizkiyani dan D.Ekawati | 45 |
| 7. KAJIAN PENGGUNAAN INOKULUM PADA PROSES PENGOMPOSAN BAGASSE Otik Nawansih, Tirza Hanum dan Fibra Nurainy | 54 |
| 8. OPTIMASI FREKUENSI PEMBALIKAN DAN PENAMBAHAN SUMBER NITROGEN PADA PROSES PENGOMPOSAN BAGASSE Fibra Nurainy dan Otik Nawansih | 63 |
| 9. KAJIAN ANALISA KELAYAKAN EKONOMI PENGEMBANGAN FASILITAS SISI UDARA BANDAR UDARA GATOT SUBROTO KABUPATEN WAY KANAN M. Diza Noviandi | 78 |
| 10. PENENTUAN WAKTU BAKU DAN KAPASITAS PENCURAHAN SETIAP BAHAN BAKU (STUDI KASUS PADA PT. X, LAMPUNG SELATAN) Arinal Hamni, Tomi Z | 87 |
| 11. UJI DAYA GABUNG KARAKTER KETAHANAN BEBERAPA GENOTIPE KEDELAI [GLYCINE MAX (L.) MERRIL] TERHADAP SOYBEAN MOSAIC VIRUS Maimun Barmawi dan Sulastri Ramli..... | 98 |



| | |
|---|------------|
| 12. PERUBAHAN KIMIA, FISIKA DAN LAMA SIMPAN BUAH PISANG MULI DALAM PENYIMPANAN ATMOSFIR PASIF Rofandi Hartanto dan Citra Sianturi | 107 |
| 13. FAKTOR – FAKTOR KRITIS DALAM SISTEM MANAJEMEN MUTU (SMM) UNTUK OPTIMASI PROFITABILITAS DAN DAYA SAING PERUSAHAAN JASA KONSTRUKSI DI INDONESIA M. Fanshurullah Asa, Ismeth S. Abidin, Yusuf Latif..... | 116 |
| 14. PENGEMBANGAN MODEL <i>KNOWLEDGE SHARING</i> BERBASIS AGEN UNTUK KLASSTER INDUSTRI KECIL DAN MENENGAH Bambang Syairudin, Iman Sudirman, T. M. A. Ari Samadhi, Kadarsah Suryadi..... | 136 |
| 15. FRAMEWORK DIMENSIONAL MODEL <i>KNOWLEDGE SHARING</i> UNTUK PENINGKATAN DAYA SAING INDUSTRI KECIL Bambang Syairudin, Iman Sudirman, T.M.A. Ari Samadhi, Kadarsah Suryadi..... | 147 |
| 16. IMPLEMENTASI REVERSE ENGINEERING DALAM MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PROSES DESAIN PRODUK PERHIASAN The Jaya Suteja..... | 157 |
| 17. ANALISIS PENGGUNAAN SISTEM IRIGASI TETES DENGAN POMPA AIR SUMUR DANGKAL DAN PENURUNAN TINGGI LEVEL MUKA AIR SUMUR R. Ismu Tribowo dan Hendarwin..... | 166 |
| 18. PERUMUSAN STRATEGI BERSAING DENGAN METODA AHP DAN QSPM PADA INDUSTRI KECIL MENENGAH Putiri Bhuana Katili, Hadi Setiawan, Sigit P. Hadi | 177 |
| 19. OPTIMALISASI PENJADWALAN PENCURAHAN BAHAN BAKU STUDI KASUS PADA PT. X LAMPUNG SELATAN, INDONESIA Tomi Z, Rawan Utara, Kamil Hakiki | 186 |
| 20. OPTIMISASI PENJUALAN SUSU CUP MENGGUNAKAN INTEGRASI METODE SIMPLEKS DAN ANALISA SENSITIVITAS Ratna Ekawati, Shanti K Anggraeni, Hadi Setiawan | 194 |
| 21. IMPLEMENTASI PROGRAM KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) PADA KAMPUS PERGURUAN TINGGI Widodo Hariyono | 203 |

IMPLEMENTASI *REVERSE ENGINEERING* DALAM MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PROSES DESAIN PRODUK PERHIASAN

The Jaya Suteja

*Jurusan Teknik Industri, Program Teknik Manufaktur Fakultas Teknik,
Universitas Surabaya Jl. Kalirungkut Surabaya
E-mail : jayasuteja@ubaya.ac.id*

ABSTRAK

Keberhasilan dari industri perhiasan sangat bergantung pada kemampuan industri tersebut untuk meluncurkan desain-desain produk perhiasan yang baru dalam waktu yang tidak terlalu lama. Oleh karena itu, produk perhiasan tidak hanya harus murah dan berkualitas tapi *time to market* dari produk perhiasan harus cepat. Salah satu cara untuk mempercepat *time to market* dari produk perhiasan adalah dengan meningkatkan produktivitas proses desain. Makalah ini menguraikan implemetansi dari *reverse engineering* dalam proses desain produk perhiasan. Proses desain perhiasan dilakukan dengan menggunakan mesin *laser scanner* untuk menghasilkan model *computer aided design* tiga dimensi dari produk perhiasan yang baru. Dari hasil analisis diperoleh data bahwa dengan mengimplementasikan *reverse engineering*, produktivitas proses desain perhiasan dapat lebih meningkat.

Kata kunci: *Reverse Engineering*, desain, perhiasan, produktivitas

1. PENDAHULUAN

Ekonomi kreatif merupakan salah satu sektor yang diprediksi akan tumbuh dengan pesat dan memberikan kontribusi cukup signifikan pada *Product Domestic Bruto* dari negara Indonesia. Dilihat dari kontribusi masing-masing kelompok ekonomi kreatif terhadap *Product Domestic Bruto*, industri kerajinan termasuk industri perhiasan merupakan kelompok yang memberikan sumbangan cukup besar. Namun jika dilihat dari pertumbuhannya, kelompok industri kerajinan hanya menunjukkan pertumbuhan yang tidak begitu besar.

Untuk dapat meningkatkan pertumbuhan dari industri perhiasan, dalam skala mikro kemampuan industri tersebut untuk meluncurkan desain-desain produk perhiasan yang baru dalam waktu yang tidak terlalu lama harus terus ditingkatkan. Produk perhiasan tidak hanya harus murah dan berkualitas tapi *time to market* dari produk perhiasan harus cepat. Salah satu cara untuk mempercepat *time to market* dari produk perhiasan adalah dengan meningkatkan produktivitas proses desain. Penelitian ini mencoba untuk mengimplementasikan *reverse engineering* dalam mendesain produk perhiasan dengan desain yang baru dan kemudian mencoba menganalisis produktivitas proses desain yang dilakukan.

Reverse Engineering adalah suatu metode yang memindai bentuk tiga dimensi dari suatu obyek atau komponen menggunakan peralatan pemindai seperti *coordinate measuring machines*, *laser based range finders*, *optic based scanner* dan kemudian hasil pemindaian tersebut diubah menjadi model *computer aided design* (Rho, H.M., et.al., 2002). Dengan *reverse engineering*, proses yang selama ini digunakan dalam proses perancangan dan pembuatan suatu produk yaitu mengubah model *computer aided design* menjadi komponen fisik dapat dibalik menjadi mengubah komponen fisik menjadi model *computer aided design*. Hasil pemindaian menggunakan *reverse engineering* berupa model *computer aided design* kemudian dapat dimodifikasi dan selanjutnya ditransfer ke *computer aided manufacturing* seperti *rapid prototyping* atau mesin *computer numerical control* untuk membuat komponen fisik hasil modifikasi.

Reverse engineering bisa diaplikasikan pada banyak kasus terutama dalam proses perancangan dan pengembangan suatu produk (Hsiao, S.W., et. al., 2003), (Lee, R.S., et. al., 2003), (Mavromihales, M., et.al., 2002), (Rho, H.M., et.al., 2002) Selain itu, ada beberapa penelitian yang mengintegrasikan *reverse engineering* dengan proses manufaktur (Ferreiea, J.C., et. al., 2003), (Sansoni, G., et.al., 2004).

Ada tiga langkah utama dalam proses *reverse engineering* yaitu proses identifikasi informasi geometri komponen, memperbaiki hasil identifikasi, dan merekonstruksi model *computer aided design*. Dalam mengidentifikasi informasi geometri komponen, ada dua cara yang bisa digunakan yaitu melakukan pengukuran secara manual dan melakukan proses *digitizing*. Setelah informasi geometri produk didapatkan, semua informasi tersebut digunakan untuk mengkonstruksi model *computer aided design* baik *surface model* maupun *solid model*. Proses konstruksi model *computer aided design* dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan berbagai macam perangkat lunak *computer aided design* yang tersedia di pasar.

Untuk produk dengan tingkat kompleksitas bentuk yang rendah, proses *digitizing* tidak memberikan banyak keuntungan dibanding menggunakan pengukuran manual. Karena itu untuk produk dengan bentuk-bentuk dasar, proses identifikasi informasi geometri dari produk lebih banyak menggunakan pengukuran manual. Sedangkan proses *digitizing* sangat membantu proses identifikasi informasi geometri dari produk terutama untuk model produk yang mempunyai permukaan yang kompleks atau bentuk *freeform*.

Proses *digitizing* bisa dilakukan dengan menggunakan *contact system*, *non-contact system*, atau kombinasi keduanya. Kualitas hasil yang diperoleh dari proses *digitizing* ini tergantung dari teknologi *digitizing* yang digunakan seperti *coordinate measuring*, *laser scanning*, *x-ray scanning*, atau teknologi lainnya. Dengan proses *digitizing*, titik-titik (*point clouds*) yang merupakan bagian dari komponen diidentifikasi dan disimpan secara digital.

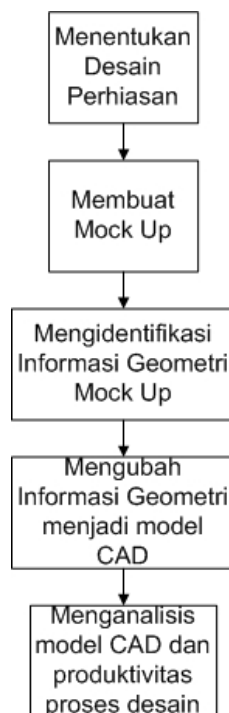
Langkah berikutnya adalah memperbaiki hasil proses *digitizing*. Dengan menggunakan

perangkat lunak yang menunjang *reverse engineering*, *point clouds* yang sudah didapatkan diubah menjadi *polygonal mesh model* yang kemudian dioptimasi untuk mendapatkan kualitas yang baik namun tidak membuat waktu proses menjadi lambat.

Untuk mendapatkan model *computer aided design* dari produk, *polygonal mesh model* diubah terlebih dahulu menjadi *NURBS surface* dan kemudian dikonstruksi untuk membentuk *surface model* atau *solid model*. Hasil yang didapatkan dari perangkat lunak akan sangat dipengaruhi oleh hasil dari proses *digitizing* yang dilakukan sehingga dapat dikatakan bahwa kualitas dari model produk yang dihasilkan menggunakan *reverse engineering* akan sangat dipengaruhi oleh kualitas proses *digitizing*.

2. METODE PENELITIAN

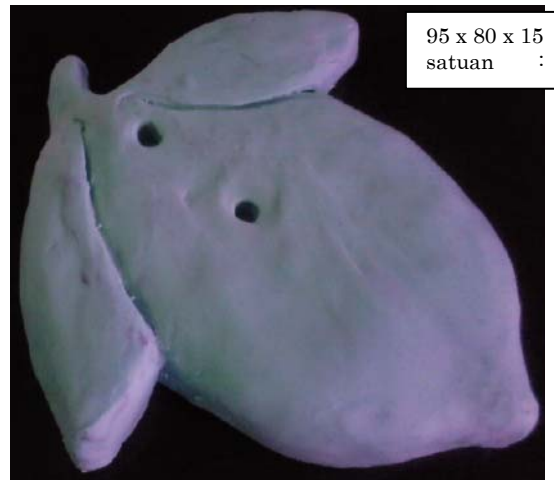
Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1. Dalam penelitian yang dilakukan, perhiasan yang hendak didesain terbuat dari logam berharga seperti emas, perak atau perunggu. Selain itu, jenis perhiasan yang hendak didesain mempunyai bentuk dasar berupa non-silindris. Kemudian, proses pembuatan yang dapat digunakan dalam proses pembuatan prototipnya adalah dengan proses manual, *engraving*, dan *milling* dan ditambah proses akhir berupa *polishing*, dipalu atau disikat.



Gambar 1. Alur Penelitian

Bentuk desain perhiasan yang hendak diteliti dibagi menjadi tiga macam yaitu bentuk dasar non-silindris dengan elemen cembung, bentuk dasar non-silindris dengan elemen cekung,

dan bentuk dasar non-silindris dengan kombinasi elemen cembung dan cekung. Desain perhiasan yang baru ini kemudian dibuat dalam bentuk *mock up* yang terbuat dari lilin plastisin. Gambar dari masing-masing *mock up* dengan bentuk berbeda dapat dilihat pada gambar 2 sampai 4.



Gambar 2. Desain Perhiasan dengan Elemen Cembung



Gambar 3. Desain Perhiasan dengan Elemen Cekung



Gambar 4. Desain Perhiasan dengan Elemen Kombinasi

Lilin plastisin dipilih sebagai material *mock up* karena mudah dibentuk dan tidak mudah rusak saat proses pemindaian. Selain itu lilin plastisin ini juga memungkinkan proses pemindaian dengan *laser scanner* dapat berlangsung dengan baik karena dapat memantulkan

sinar yang dipancarkan. Keuntungan lain dari lilin plastisin dibandingkan material *mock up* yang lain adalah lilin plastisin dapat digunakan berulang kali sehingga dapat menghemat biaya material.

Mock up ini kemudian diletakkan ke dalam 3D *laser scanner* merek Roland LPX 600 untuk mendapatkan informasi data geometri dari *mock up* berupa *point clouds*. Untuk proses selanjutnya, informasi data geometri ini diubah menjadi model *computer aided design* tiga dimensi dengan format data STL dengan menggunakan perangkat lunak Dr. Picza3.

Variabel dan nilai yang digunakan dalam pengoperasian 3D *laser scanner* ini adalah sebagai berikut :

- Jenis pemindaian adalah *rotary scanning*
- *Height direction pitch* sebesar 1 mm
- *Circumferensial pitch* sebesar 0,9 derajat

Nilai dari variabel ditentukan berdasarkan variabel *default* yang diatur oleh perangkat lunak Dr. Picza3. Diasumsikan bahwa nilai variabel ini adalah nilai yang dapat menghasilkan model *computer aided design* yang standar.

Sedangkan respon yang dicari adalah waktu yang dibutuhkan dalam memperoleh model *computer aided design* yang sempurna. Model *computer aided design* yang sempurna didefinisikan sebagai model penuh yang tidak mengandung lubang atau cacat atau sebaliknya yaitu model yang tetap mengandung lubang jika model tersebut adalah model berlubang.

Setelah itu, penelitian ini mencoba menganalisis kesempurnaan model *computer aided design* dari desain perhiasan yang dihasilkan dikaitkan dengan waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan model *computer aided design* dari *mock up*. Data hasil analisis ini kemudian digunakan untuk membuat kesimpulan dan rekomendasi terkait implementasi dari *reverse engineering* dalam meningkatkan produktivitas proses desain produk perhiasan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pemindaian menggunakan *laser scanner*, *point clouds* yang didapatkan untuk masing-masing bentuk desain perhiasan dapat dilihat pada gambar 5 sampai 7. Terlihat pada gambar 5 sampai 7 bahwa hasil pemindaian dari *laser scanner* tidak bisa langsung mendapatkan hasil yang sempurna namun masih membutuhkan beberapa perbaikan.

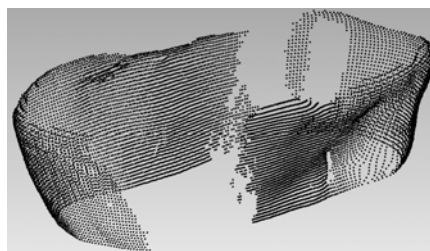
Hasil dari *laser scanner* ini kemudian diperbaiki sehingga menjadi model *computer aided design* yang sempurna seperti terlihat pada gambar 8 sampai 10.



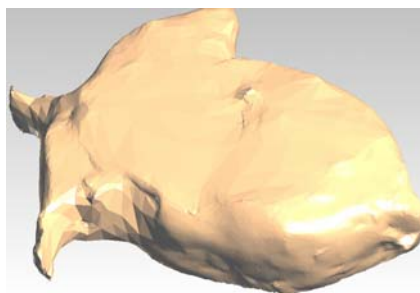
Gambar 5. *Point Clouds* Perhiasan dengan Elemen Cembung



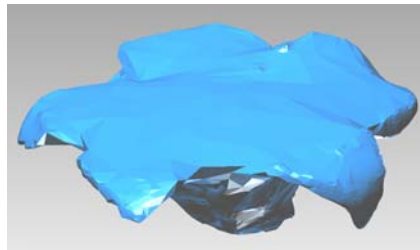
Gambar 6. *Point Clouds* Perhiasan dengan Elemen Cekung



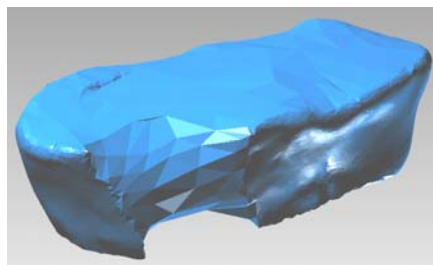
Gambar 7. *Point Clouds* Perhiasan dengan Elemen Kombinasi



Gambar 8. Model 3D Perhiasan dengan Elemen Cembung



Gambar 9. Model 3D Perhiasan dengan Elemen Cekung



Gambar 10. Model 3D Perhiasan dengan Elemen Kombinasi

Dari hasil pengukuran waktu diperoleh data bahwa waktu yang dibutuhkan mulai dari awal proses pemindaian sampai mendapatkan informasi data geometri dari *mock up* bentuk perhiasan dengan elemen cembung adalah 161 detik. Sedangkan untuk elemen cekung dibutuhkan waktu 243 detik dan untuk elemen kombinasi dibutuhkan waktu 210 detik. Untuk mengubah informasi data geometri dari *mock up* menjadi model *computer aided design* tiga dimensi masing-masing dibutuhkan waktu 32 detik, 11 detik, dan 8 detik untuk elemen cembung, cekung, dan kombinasi secara berurutan.

Waktu untuk masing-masing bentuk perhiasan ini tidak bisa dibandingkan satu dengan yang lain karena bentuk dan ukuran masing-masing perhiasan yang berbeda. Pada penelitian ini waktu pembuatan model *computer aided design* tiga dimensi dengan menggunakan *reverse engineering* dibandingkan dengan waktu pembuatan model *computer aided design* tiga dimensi dengan perangkat lunak yang tersedia di pasar yaitu Pro/Engineer WildFire 3.0. Dari perbandingan yang dilakukan, didapatkan data bahwa waktu yang dibutuhkan dengan menggunakan *reverse engineering* ternyata lebih cepat dibandingkan menggunakan perangkat lunak yang tersedia di pasar.

Kemudian model *computer aided design* tiga dimensi yang dihasilkan melalui proses *reverse engineering* dianalisis kesempurnaannya. Dari hasil pengamatan terhadap model yang dihasilkan, model dari desain perhiasan dengan elemen cembung mempunyai tingkat kesempurnaan yang paling tinggi. Sedangkan model dari desain perhiasan dengan elemen kombinasi mempunyai kesempurnaan yang paling rendah.

Hal ini terlihat dari bentuk dalam dari desain perhiasan dengan elemen kombinasi yang

tidak termodelkan dengan baik bahkan terbentuk lubang pada bagian luar dari model.

Ada banyak faktor yang diduga berpengaruh terhadap model yang dihasilkan. Faktor-faktor tersebut adalah nilai *Height direction pitch* dan *Circumferensial pitch* yang tidak optimal. Selain itu diduga jumlah *laser pointer* dari mesin yang digunakan juga berpengaruh terhadap model yang dihasilkan.

4. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa untuk desain perhiasan dengan elemen cembung, proses *reverse engineering* dapat mempercepat waktu pembuatan model dengan hasil yang paling sempurna. Sedang untuk desain perhiasan dengan elemen cekung dan kombinasi, proses lanjut dibutuhkan dalam menghasilkan model yang sempurna. Walaupun begitu waktu untuk pemodelan kedua jenis desain ini lebih singkat dibandingkan pemodelan menggunakan perangkat lunak yang tersedia di pasar.

Oleh karena itu, *reverse engineering* direkomendasikan digunakan untuk meningkatkan produktivitas dari proses desain produk perhiasan terutama untuk produk perhiasan dengan elemen cembung. Untuk produk perhiasan dengan elemen cekung dan kombinasi, *reverse engineering* dapat digunakan dalam membuat model awal. Model awal ini kemudian harus diperbaiki lagi dengan perangkat lunak yang sesuai sehingga didapat model yang sempurna.

Untuk penelitian selanjutnya, nilai *Height direction pitch* dan *Circumferensial pitch* yang optimal perlu untuk dicari. Optimal disini didefinisikan sebagai proses dengan waktu yang paling cepat tapi menghasilkan model yang paling sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

- Rho, H.M., Jun, Y.T., Park, S.Y., and Choi, H.R., 2002, A Rapid Reverse Engineering System for Reproducing 3D Human Busts, *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, **51(1)**, 139-143
- Ferreira, J.C., Alvesb, N.F., 2003, Integration of reverse engineering and rapid tooling in foundry technology, *Journals of Materials Processing Technology*, **142(2)**, 374-382
- Hsiao, S.W., Chuang, J.C., 2003, A reverse engineering based approach for product form design, *Design Studies*, **24(2)**, 155-171
- Lee, R.S., Tsai, J.P., Kao, Y.C., Lin, C.I., Fan, K.C., 2003, STEP-based product modeling system for remote collaborative reverse engineering, *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, **19(6)**, 543-553
- Mavromihales, M., Masonb, J., Weston, W., 2003, A case of reverse engineering for the



manufacture of wide chord fan blades (WCFB) used in Rolls Royce aero engines, *Journal of Materials Processing Technology*, **134(3)**, 279-286

Sansoni, G., and Docchio, F., 2004, Three-dimensional optical measurements and reverse engineering for automotive applications, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, **20(5)**, 359-367